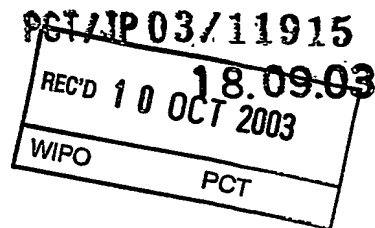


日本国特許庁
JAPAN PATENT OFFICE



別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出願年月日

Date of Application:

2002年 9月27日

出願番号

Application Number:

特願2002-284352

[ST.10/C]:

[JP2002-284352]

出願人

Applicant(s):

ソニー株式会社

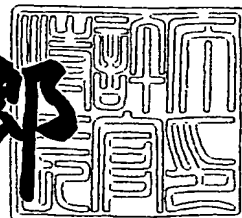
PRIORITY
DOCUMENT

SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

2003年 6月25日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

太田信一郎



出証番号 出証特2003-3049939

【書類名】 特許願
【整理番号】 0290192802
【提出日】 平成14年 9月27日
【あて先】 特許庁長官殿
【国際特許分類】 H01L 21/00
H01L 27/148

【発明者】

【住所又は居所】 東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニー株式会社
内

【氏名】 東宮 祥哲

【特許出願人】

【識別番号】 000002185

【氏名又は名称】 ソニー株式会社

【代理人】

【識別番号】 100122884

【弁理士】

【氏名又は名称】 角田 芳末

【電話番号】 03-3343-5821

【選任した代理人】

【識別番号】 100113516

【弁理士】

【氏名又は名称】 磯山 弘信

【電話番号】 03-3343-5821

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 176420

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 0206460

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 固体撮像素子及びその製造方法

【特許請求の範囲】

【請求項1】 受光センサ部とMOSトランジスタからなる画素が複数配列されてなり、

前記各受光センサ部に対応して夫々単一の層内集光レンズが形成されて成ることを特徴とする固体撮像素子。

【請求項2】 受光センサ部より上方に形成された最上層の配線の一部が前記受光センサ部を挟む両側に位置して成る

ことを特徴とする請求項1記載の固体撮像素子。

【請求項3】 前記層内集光レンズが撮像領域の周辺に行くに従って、レンズ中心を受光センサ部の中心より撮像領域の中心側に偏って形成されて成る

ことを特徴とする請求項1記載の固体撮像素子。

【請求項4】 前記配線がA1を含む金属材で形成されて成る

ことを特徴とする請求項1記載の固体撮像素子。

【請求項5】 受光センサ部とMOSトランジスタからなる複数の画素が配列された半導体領域上に絶縁膜を介して各受光センサ部を挟む両側に配線を形成する工程と、

全面に第1の屈折率を有する第1の絶縁膜を形成する工程と、

エッチング用マスクを有して前記第1の絶縁膜を各受光センサ部に対応する位置で等方性エッチングにより選択的に除去して各受光センサ部に対応した凹状湾曲部を形成する工程と、

前記凹状湾曲部を含む全面に第2の屈折率を有する第2の絶縁膜を形成する工程と、

前記第2の絶縁膜を平坦化して前記凹状湾曲部内に第2の絶縁膜を残し、前記第1及び第2の絶縁膜により単一の層内集光レンズを形成する工程とを有する

ことを特徴とする固体撮像素子の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、固体撮像素子に層内集光レンズを備えてなる固体撮像素子及び製造方法に関する。

【0002】

【従来の技術】

固体撮像素子では、各センサ部の受光面の微細化が進んだり、受光面を挟んで遮光パターンや配線パターンのような各種の膜が積層されるような場合、入射光率が低下する。特に、遮光パターンや配線パターンが多く積層されるようなCMOS型の固体撮像素子においては、入射光が配線等に遮られて入射光率低下する。このような入射光率の低下に対する対策としては、受光面上に対応する配線層の間に層内集光レンズを設け、入射光を配線に遮られずにセンサ部へ集光させ、集光率を改善する方法が知られている（例えば特開2001-94085号参照）。

【0003】

従来、多層配線を有するCMOS型固体撮像素子の層内集光レンズは、次のようにして形成されていた。センサ部を形成した基板上に絶縁膜を介して各センサ部を挟んで平行する第1の配線を形成した後、全面に流動性膜（いわゆるリフロー膜）を形成する。流動性膜として、例えばCVD（化学気相成長）法により屈折率1.4～1.46程度のBPSG（ボロン・リン・シリケートガラス）膜を堆積する。次に、このBPSG膜を、800～950℃程度の温度で熱処理することでリフローさせる。この遮光パターンの段差を利用したリフロー処理により、BPSG膜は第1の配線に平行したシリンドリカルな凹形状に形成される。次に、プラズマCVD法によって屈折率2.0程度の窒化シリコン膜を堆積し、この窒化シリコン膜をCMP法（化学機械研磨法）により平坦化する。これにより、屈折率の小さい凹形状のBPSG膜と屈折率の大きい平坦化された窒化シリコン膜とにより、一方向に延びる第1のシリンドリカル層内集光レンズが形成される。次に、第1のシリンドリカル層内集光レンズを構成する膜上に第1の配線と直交するように、センサ部を挟んで平行する第2の配線を形成した後、同じようにして第2の配線に沿うシリンドリカルな凹形状のBPSG膜を形成し、その上

に平坦化した窒化シリコン膜を形成し、第2のシリンドリカル層内集光レンズを形成する。この2つの互いに交差する第1及び第2のシリンドリカル層内集光レンズで、各センサ部毎に区画された層内集光レンズが形成される。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】

ところで、上述した流動性膜を用いた層内集光レンズの形状は、そのレンズの高さやレンズの位置、曲率が下地の遮光膜または配線の間隔、高さで自己整合的に決定されてしまう。このため、最適に集光する上で必要な層内集光レンズの形状を得ることが難しい。

【0005】

また、流動性膜のリフロー過程においては、800～950℃の高温での熱処理を必要としていることから、配線層に実績のあるAlを使用することが出来なかった。

【0006】

本発明は、上述の点に鑑み、最適な集光を可能にした精度の良い単一の層内集光レンズを備えた固体撮像素子ならびにその製造方法を提供するものである。

【0007】

【課題を解決するための手段】

本発明に係る固体撮像素子は、受光センサ部とMOSトランジスタからなる画素が複数配列されてなり、各受光センサ部に対応して夫々単一の層内集光レンズが形成された構成とする。

本発明に係る固体撮像素子の製造方法は、受光センサ部とMOSトランジスタからなる複数の画素が配列された半導体領域上に絶縁膜を介して各受光センサ部を挟む両側に配線を形成する工程と、全面に第1の屈折率を有する第1の絶縁膜を形成する工程と、エッチング用マスクを介して第1の絶縁膜を各受光センサ部に対応する位置で等方性エッチングにより選択的に除去して各受光センサ部に対応した凹状湾曲部を形成する工程と、凹状湾曲部を含む全面に第2の屈折率を有する第2の絶縁膜を形成する工程と、第2の絶縁膜を平坦化して凹状湾曲部内に第2の絶縁膜を残し、第1及び第2の絶縁膜により単一の層内集光レンズを形成

する工程とを有する。

【0008】

本発明の固体撮像素子は、受光センサ部とMOSトランジスタからなる画素を有した、いわゆるCMOS型の固体撮像素子である。本発明のCMOS型の固体撮像素子では、各受光センサ部に対応して夫々層内集光レンズが形成されるので、遮光パターン、配線パターン等が多く積層されていても受光センサ部への最適な集光が可能になる。しかも、単一の層内集光レンズであるので、層内集光レンズの構成が簡単になり、高信頼性が図れる。

本発明の固体撮像素子の製造方法では、画素が形成された半導体領域上の第1の屈折率を有する第1の絶縁膜を、エッチング用マスクを介して等方性エッチングにより選択除去し各受光センサ部に対応した位置に凹状湾曲部を形成するので、凹状湾曲部の大きさ、位置、曲率、等を任意に設定できる。その後、凹状湾曲部内に第2の屈折率を有する第2の絶縁膜を形成して層内集光レンズを形成するので、レンズの高さ及び大きさ、レンズの位置、レンズの曲率等を最適化することができる。従って、最適集光のための層内集光レンズの形成が可能になる。

【0009】

【発明の実施の形態】

以下、図面を参照して本発明の実施の形態を説明する。

【0010】

図1及び図2は、本発明に係る固体撮像素子の一実施の形態の要部、即ち画素部の構成を示す。本実施の形態に係る固体撮像素子は、いわゆるCMOS型の固体撮像素子である。本実施の形態の固体撮像素子1は、図1に示すように、光電変換を行う受光センサ部（即ち、フォトダイオード）2と、画素を選択する垂直選択用スイッチ素子（MOSトランジスタ）3と、読出し用スイッチ素子（MOSトランジスタ）4とによって構成された単位画素5がマトリックス状に複数配列されて成る撮像領域を有する。読出し用スイッチ素子4の一方の主電極が受光センサ部2に接続され、読出し用スイッチ素子4の制御電極（いわゆるゲート電極）が垂直選択用スイッチ素子3の一方の主電極に接続される。各行毎の垂直選択スイッチ素子3の制御電極（いわゆるゲート電極）は垂直選択線6が接続され

、この垂直選択線 6 に垂直走査回路（図示せず）から出力される垂直走査パルスが供給される。各列毎の垂直選択スイッチ素子 3 の他方の主電極は読出しパルス線 7 に接続され、この読出しパルス線 7 に水平走査回路（図示せず）から出力される読出しパルスが供給される。各列毎の読出し用スイッチ素子 4 の他方の主電極は垂直信号線 8 に接続される。なお、垂直信号線 8 と水平信号線（図示せず）との間に、MOS トランジスタからなる水平スイッチ素子（図示せず）が接続され、水平スイッチ素子の制御電極に水平走査回路から出力される水平走査パルスが供給される。

【0011】

図 2 は、図 1 の等価回路に対応した撮像領域の要部の平面構造を示す。読出しパルス線 7 及び垂直信号線 8 は垂直方向に沿って形成され、垂直選択線 6 は読出しパルス線 7 及び垂直信号線 8 と直交するように水平方向に沿って形成される。受光センサ部 2 と半導体領域 1 1 との間にゲート絶縁膜を介して L 字型のゲート電極 1 2 が形成され、受光センサ部 2、半導体領域 1 1 及びゲート電極 1 2 により読出し用スイッチ素子 4 が形成される。垂直選択線 6 と一体のゲート電極 1 4 と、このゲート電極 1 4 を挟むソース、ドレイン領域となる両領域 1 5 及び 1 6 とにより、垂直選択用スイッチ素子 3 が形成される。1 7 は読出し用スイッチ素子 4 を構成する半導体領域 1 1 と垂直信号線とのコンタクト部、1 8 は読出し用スイッチ素子 4 のゲート電極 1 2 と垂直選択用スイッチ素子 3 の他方の領域 1 6 とのコンタクト部、1 9 は垂直選択用スイッチ素子 3 の一方の領域 1 5 と読出しパルス線 7 とのコンタクト部を夫々示す。

【0012】

図 3 は、図 2 の A-A 線上の断面構造を示す。本実施の形態においては、特に、受光センサ部 2、図示せざるも垂直選択用スイッチ素子 3 及び読出し用スイッチ素子 4 を形成した半導体基板 2 1 上に、層間絶縁膜 2 2 を介して例えば第 1 層配線の垂直選択線 6 と、例えば第 2 層配線の読出しパルス線 7、垂直信号線 8 が形成され、さらにその上に各受光センサ部 2 の位置に対応するように、隣り合う配線群（読出しパルス線 7 及び垂直信号線 8）間に単一の層内集光レンズ（凹レンズ）2 3 が形成されて成る。層内集光レンズ 2 3 上には、カラーフィルタ 2 4

が形成され、さらにその上に各受光センサ部 2、従って各層内集光レンズ 2 3 に対応する位置にオンチップマイクロレンズ 2 5 が形成される。

【 0 0 1 3 】

図 4 は、撮像領域の周辺の画素部を示す。本実施の形態では、周辺側の画素に入射される斜め光 L_1 に対するシェーディング対策として、層内集光レンズ 2 3 を撮像領域の周辺に行くに従って、レンズ中心が受光センサ部 2 の中心より撮像領域の中心側に偏って形成するように成す。

【 0 0 1 4 】

次に、上述した本実施の形態に係る CMOS 型の固体撮像素子の製造方法の一実施の形態を図 5 及び図 6 を参照して説明する。

先ず、図 5 A に示すように、半導体基板 2 1 に所謂 CMOS センサを構成する受光センサ部 2、図示せざるも垂直選択用スイッチ素子 3 及び読出し用スイッチ素子 4 を形成した後、この半導体基板 2 1 上に層間絶縁膜 2 2 を介して相互に絶縁された遮光膜、配線、本例では受光センサ部 2 を挟んで一方向に延びる第 1 層配線となる垂直選択線 6、及び受光センサ部 2 を挟んで上記一方向と直交する他方向に延びる第 2 層配線群となる読出しパルス線 7 と垂直信号線 8 を形成する。これらの垂直選択線 6、読出しパルス線 7 及び垂直信号線 8 は、A 1 を含む金属材料、本例では A 1 により形成される。

【 0 0 1 5 】

次に、図 5 B に示すように、読出しパルス線 7 及び垂直信号線 8 を含む全面に、第 1 の屈折率を有する第 1 の絶縁膜 2 6 を形成し、その後、第 1 の絶縁膜 2 6 を平坦化する。例えば第 1 の絶縁膜 2 6 は、高密度プラズマ CVD 又はプラズマ TEOS 等の低温の CVD 膜、例えば BPSG (ボロン・リン・シリケートガラス) 膜を堆積して形成することができる。BPSG 膜は、前述したように屈折率が 1.40 ~ 1.46 程度である。平坦化は、CMP (化学的機械的研磨) 法を用いて行うことができる。

【 0 0 1 6 】

次に、図 5 C に示すように、第 1 の絶縁膜 2 6 上にフォトレジスト膜を形成し、このフォトレジスト膜を各受光センサ部 2 に対応する位置に開口 2 7 が形成さ

れるようにパターンニングして、レジストマスク27を形成する。このレジストマスク27を介して等方エッチングにより、第1の絶縁膜26を選択的にエッチング除去する。これにより、第1の絶縁膜26には、各受光センサ部2に対応して層内集光レンズを形成するための凹状湾曲部28が形成される。この凹状湾曲部28は、その位置、大きさ、曲率、深さ等をレジストマスク27の開口27A、エッチング時間等により任意に制御することができる。

【0017】

次に、レジストマスク27を除去した後、図6Dに示すように、凹状湾曲部28を埋めるように全面に第2の屈折率を有する第2の絶縁膜29を形成する。第2の絶縁膜29は、例えばプラズマCVD法による窒化シリコン(P-SiN)膜を堆積して形成することができる。この窒化シリコン膜は、前述したように屈折率が2.0程度である。

【0018】

次に、図6Eに示すように、エッチバック等により第2の絶縁膜29を平坦化する。これにより凹状湾曲部28において、屈折率の小さい第1の絶縁膜26と屈折率の大きい第2の絶縁膜29とによる単一の層内集光レンズ(凹レンズ)23が形成される。この層内集光レンズ23では、平坦化された第2の絶縁膜29の上面の界面と平坦化されない第1の絶縁膜26の上面の界面で、屈折率の相対的な関係により、光が収束する方向に屈折する。

【0019】

次に、図6Fに示すように、上記平坦化された上面にカラーフィルタ24を形成し、さらにカラーフィルタ24上にオンチップマイクロレンズ25を形成して、目的のCMOS型の固体撮像素子1を得る。

【0020】

本実施の形態に係るCMOS型の固体撮像素子1によれば、各受光センサ部2に対応して単一の層内集光レンズ23を有するので、遮光パターン、配線パターン等が多く積層された構成でも、入射光を受光センサ部2へ最適に集光させることができる。最上層の配線7、8が受光センサ部2を挟んで両側に配置されている場合にも各受光センサ部に単一の層内集光レンズを有するので集光率の向上が

図れる。また、2つのシリンドリカルな層内集光レンズを組み合わせることなく、単一の層内集光レンズ23であるので、層内集光レンズの構成が簡単になる。配線6、7、8をA1を含む金属材料で形成できるので、配線6、7、8としての信頼性が得られる。また、撮像領域の周辺側の層内集光レンズ23は、レンズ中心が周辺側へ行くに従って受光センサ部2の中心より撮像領域の中心側に偏って形成されるので、斜め光によるシェーディングの改善が図れる。従って、精度のよい単一の層内集光レンズにより集光率が改善され、且つ信頼性の高いCMOS型の固体撮像素子を提供することができる。

【0021】

本実施の形態に係るCMOS型の固体撮像素子の製造方法によれば、第1の絶縁膜16の凹状湾曲部28をレジストマスク27を介して等方性エッチングし、その後に第2の絶縁膜19を形成して層内集光レンズ23を形成するので、単一の層内集光レンズを容易に形成することができる。特に最上層の配線の一部が受光センサ部2を挟んで両側に配線が平行して配置される場合に、各受光センサ部に対して層内集光レンズ23を形成することができる。層内集光レンズ23の形状（レンズの高さ、レンズの位置、レンズの曲率等）は、レジストマスク27の開口27Aのパターン（いわゆる開口パターン）やエッチング条件等を変更することにより、簡単に調整することができる。高温のリフロー処理を必要としないので、配線6、7、8をA1を含む金属材料で形成することができる。また、レジストマスク27の開口パターンを変更するだけで、簡単に層内集光レンズ23の中心を受光センサ部2の中心より撮像領域の中心側に偏らすことができる。これにより、撮像領域の周辺での斜め光によるシェーディング対策として、いわゆるレンズずらしによる瞳補正法を適用できる。このように本実施の形態の製造方法によれば、CMOS型の固体撮像素子における層内集光レンズ23を精度よく形成することができる。

【0022】

【発明の効果】

本発明に係る固体撮像素子によれば、CMOS型の固体撮像素子において、各受光センサ部2に対応して単一の層内集光レンズ23を有することができる。こ

のため、遮光パターン、配線パターン等が多く積層された構成でも、入射光を受光センサ部 2 へ最適に集光させることができる。また、単一の層内集光レンズであるので、層内集光レンズの構成が簡単になる。また、撮像領域の周辺側の層内集光レンズ 2 3 は、レンズ中心が周辺側へ行くに従って受光センサ部 2 の中心より撮像領域の中心側に偏って形成するときは、斜め光によるシェーディングの改善が図れる。CMOS 型の固体撮像素子の配線を A 1 を含む金属材料で形成できるので、配線としての信頼性が得られる。従って、精度のよい単一の層内集光レンズにより集光率が改善され、且つ信頼性の高い CMOS 型の固体撮像素子を提供することができる。

【 0 0 2 3 】

本発明に係る固体撮像素子の製造方法によれば、第 1 の絶縁膜の凹状湾曲部をレジストマスク 2 7 を介して等方性エッチングし、その後に第 2 の絶縁膜を形成して層内集光レンズを形成している。このため、CMOS 型の固体撮像素子において、単一の層内集光レンズを容易に形成することができる。高温のリフロー処理を必要としないので、配線を A 1 を含む金属材料で形成することができる。層内集光レンズの形状（レンズの高さ、レンズの位置、レンズの曲率等）は、レジストマスク開口パターンやエッチング条件等を変更することにより、簡単に調整することができる。また、レジストマスクの開口パターンを変更するだけで、簡単に層内集光レンズの中心を受光センサ部の中心より撮像領域の中心側に偏らすことができる。これにより、撮像領域の周辺での斜め光によるシェーディング対策として、レンズずらしによる瞳補正法を適用することができる。このように本発明の製造方法によれば、CMOS 型の固体撮像素子における層内集光レンズを精度よく形成することができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

本発明に係る CMOS 型の固体撮像素子の一実施の形態を示す画素部の等価回路図である。

【図 2】

本発明に係る CMOS 型の固体撮像素子の一実施の形態を示す画素部の平面図

である。

【図 3】

図 2 の A - A 線上の断面図である。

【図 4】

本発明に係る CMOS 型の固体撮像素子の一実施の形態を示す撮像領域の周辺の画素部を示す断面図である。

【図 5】

A ~ C 本発明に係る CMOS 型の固体撮像素子の製造方法の一実施の形態を示す製造工程図（その 1）である。

【図 6】

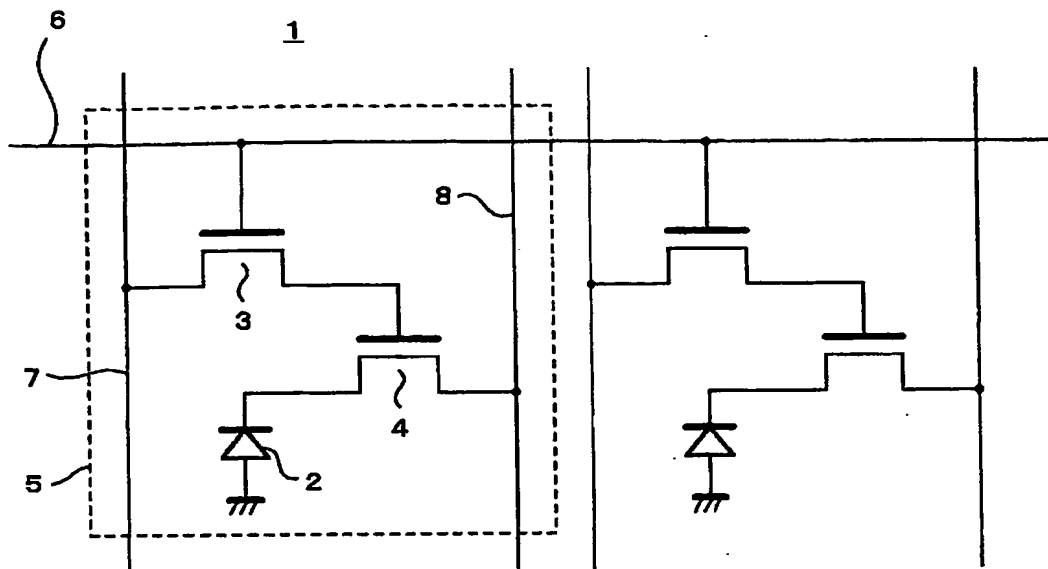
D ~ F 本発明に係る CMOS 型の固体撮像素子の製造方法の一実施の形態を示す製造工程図（その 2）である。

【符号の説明】

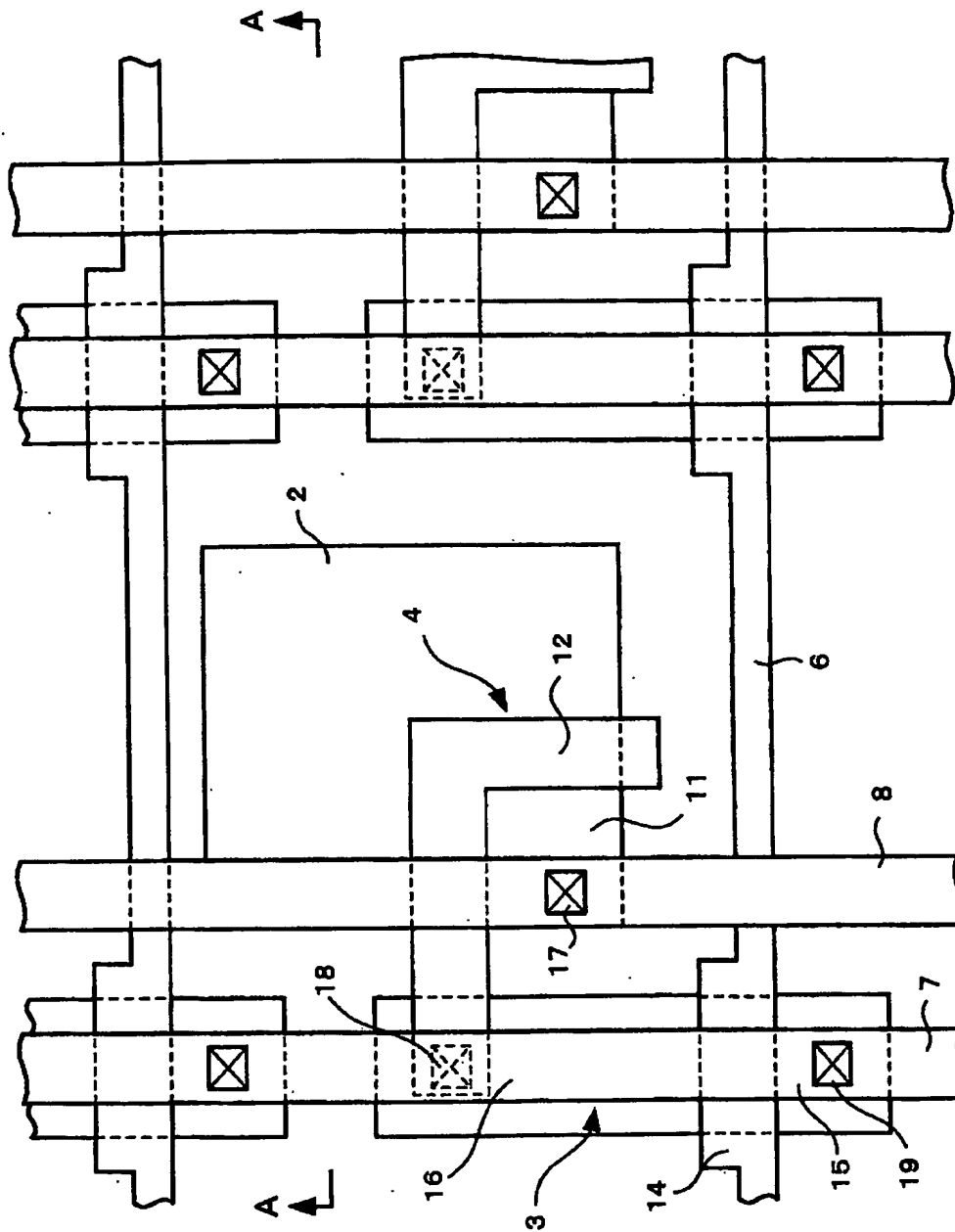
1・・・固体撮像素子、2・・・受光センサ部、3・・・垂直選択用スイッチ素子、4・・・読み出し用スイッチ素子、5・・・単位画素、6・・・垂直選択線、7・・・読み出しパルス線、8・・・垂直信号線、11・・・半導体領域、12, 14・・・ゲート電極、21・・・半導体基板、22・・・層間絶縁層、23・・・層内集光レンズ、24・・・カラーフィルタ、25・・・オンチップマイクロレンズ、26・・・第 1 の絶縁膜、27・・・レジストマスク、28・・・凹状湾曲部、27A・・・開口、29・・・第 2 の絶縁膜

【書類名】 図面

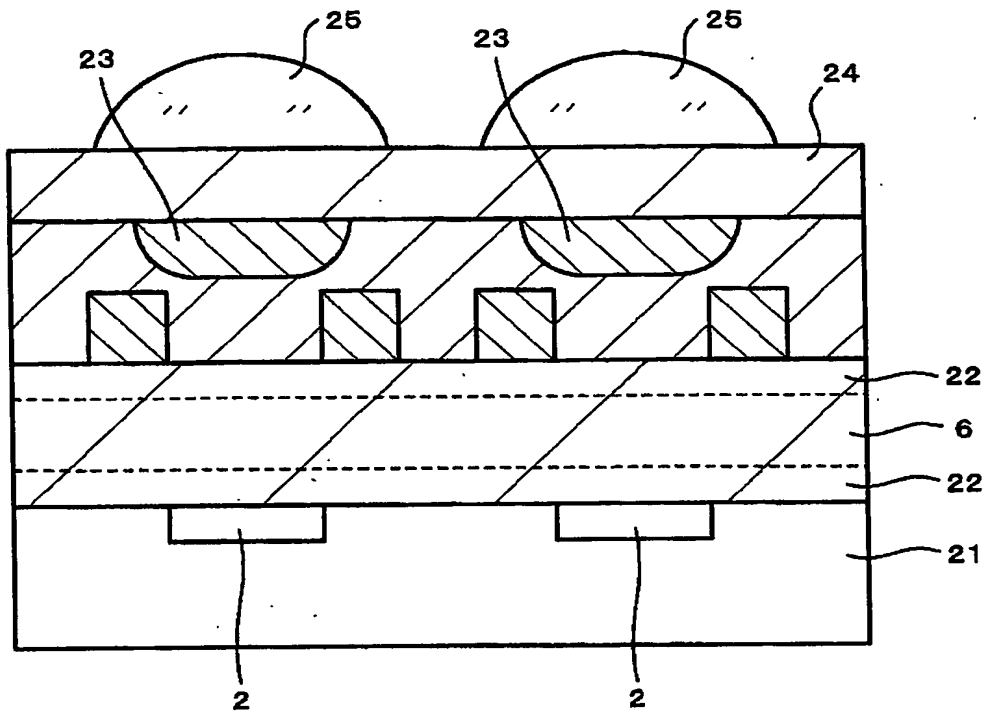
【図 1】



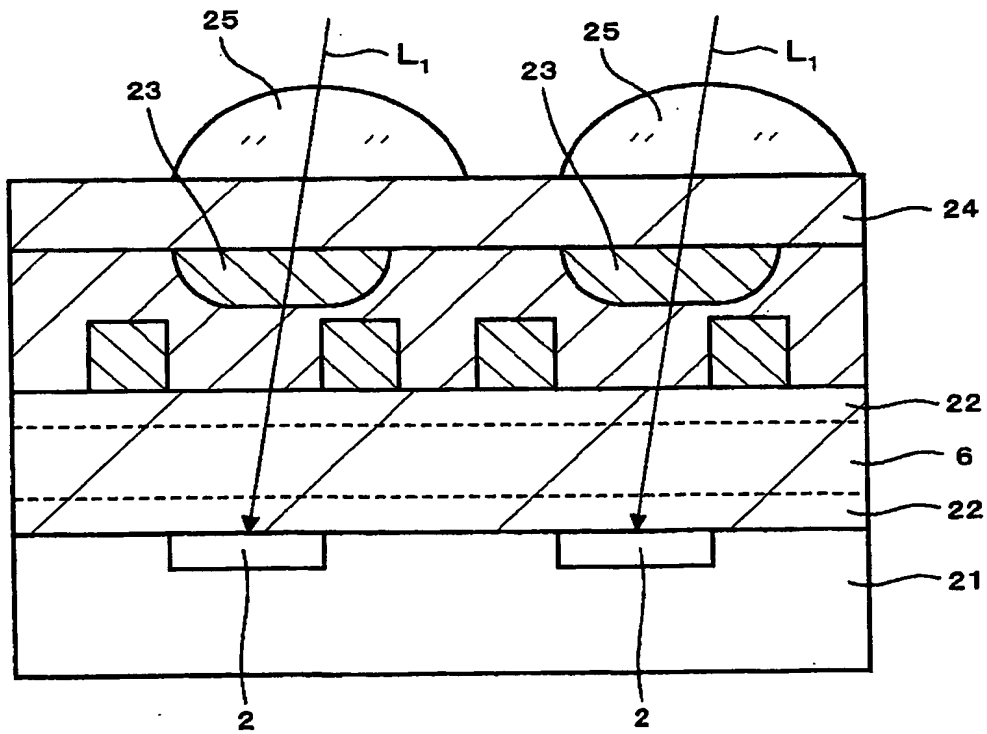
【図2】



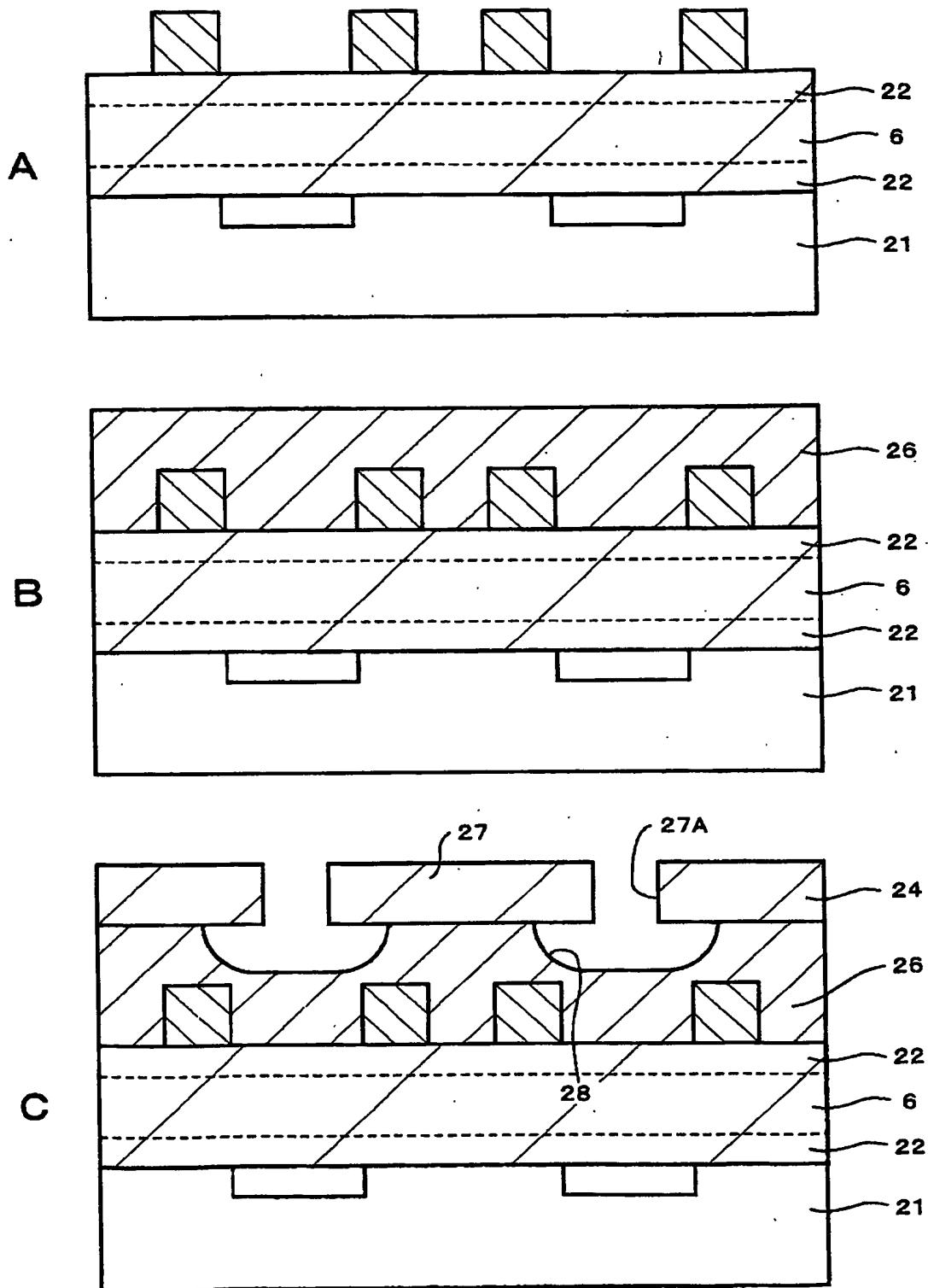
【図 3】



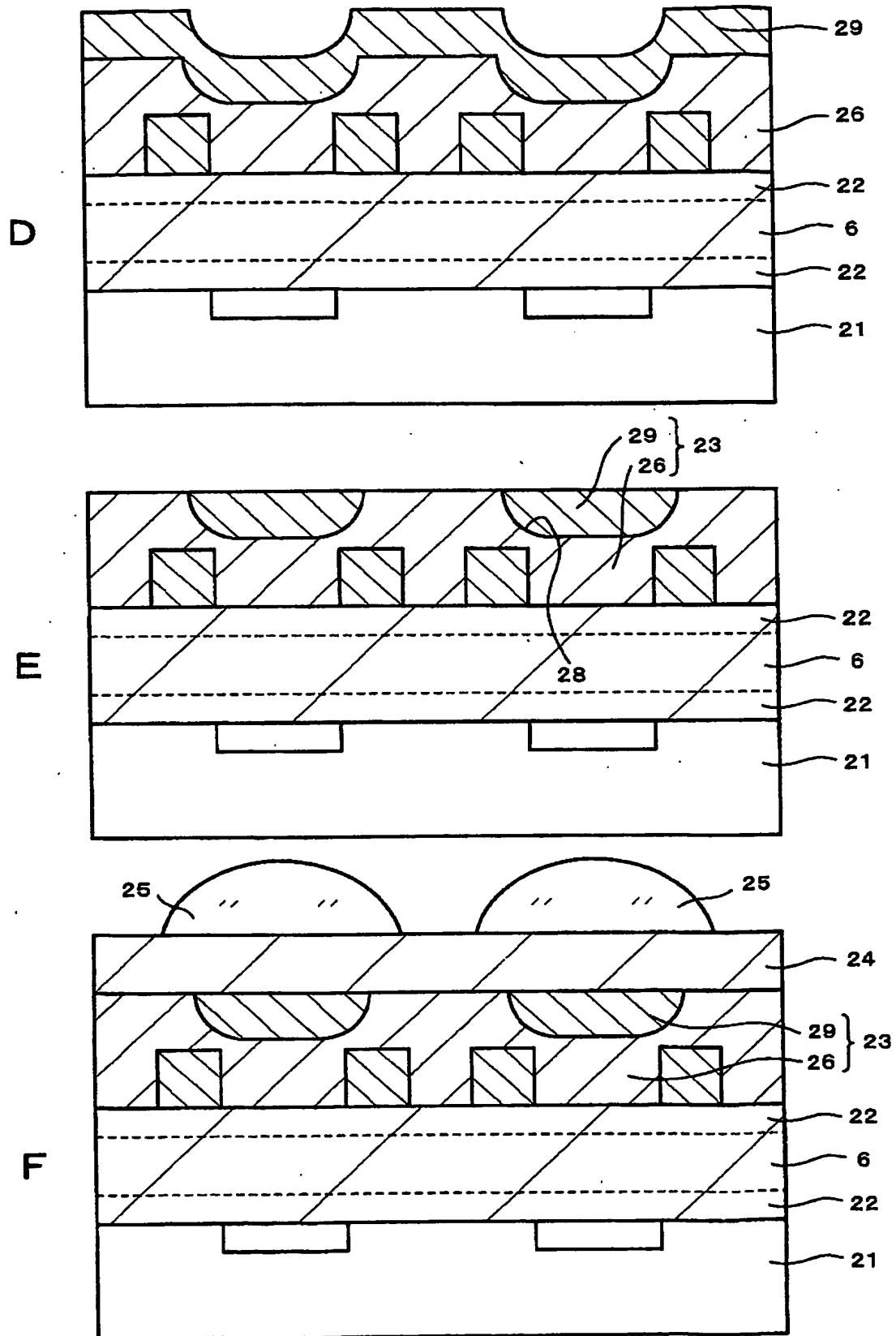
【図 4】



【図5】



【図6】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 CMOS型の固体撮像素子における層内集光レンズを精度良く形成できるようにする。

【解決手段】 受光センサ部2とMOSトランジスタからなる複数の画素が配列された半導体領域上に絶縁膜22を介して各受光センサ部2を挟む両側に配線（7、8）を形成する工程と、全面に第1の屈折率を有する第1の絶縁膜26を形成する工程と、エッチング用マスク27を介して第1の絶縁膜26を各受光センサ部2に対応する位置で等方性エッチングにより選択的に除去して各受光センサ部2に対応した凹状湾曲部28を形成する工程と、凹状湾曲部28を含む全面に第2の屈折率を有する第2の絶縁膜を形成する工程と、第2の絶縁膜を平坦化して凹状湾曲部28内に第2の絶縁膜を残し、第1及び第2の絶縁膜により単一の層内集光レンズを形成する工程とを有する。

【選択図】 図5

認定・付加情報

特許出願の番号	特願 2002-284352
受付番号	50201457670
書類名	特許願
担当官	第五担当上席 0094
作成日	平成14年 9月30日

<認定情報・付加情報>

【特許出願人】

【識別番号】	000002185
【住所又は居所】	東京都品川区北品川6丁目7番35号
【氏名又は名称】	ソニー株式会社

【代理人】

申請人

【識別番号】	100122884
【住所又は居所】	東京都新宿区西新宿1丁目8番1号 新宿ビル 信友国際特許事務所
【氏名又は名称】	角田 芳末

【選任した代理人】

【識別番号】	100113516
【住所又は居所】	東京都新宿区西新宿1丁目8番1号 新宿ビル 松隈特許事務所
【氏名又は名称】	磯山 弘信

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000002185]

1. 変更年月日 1990年 8月30日
[変更理由] 新規登録
住 所 東京都品川区北品川6丁目7番35号
氏 名 ソニー株式会社
2. 変更年月日 2003年 5月15日
[変更理由] 名称変更
住 所 東京都品川区北品川6丁目7番35号
氏 名 ソニー株式会社